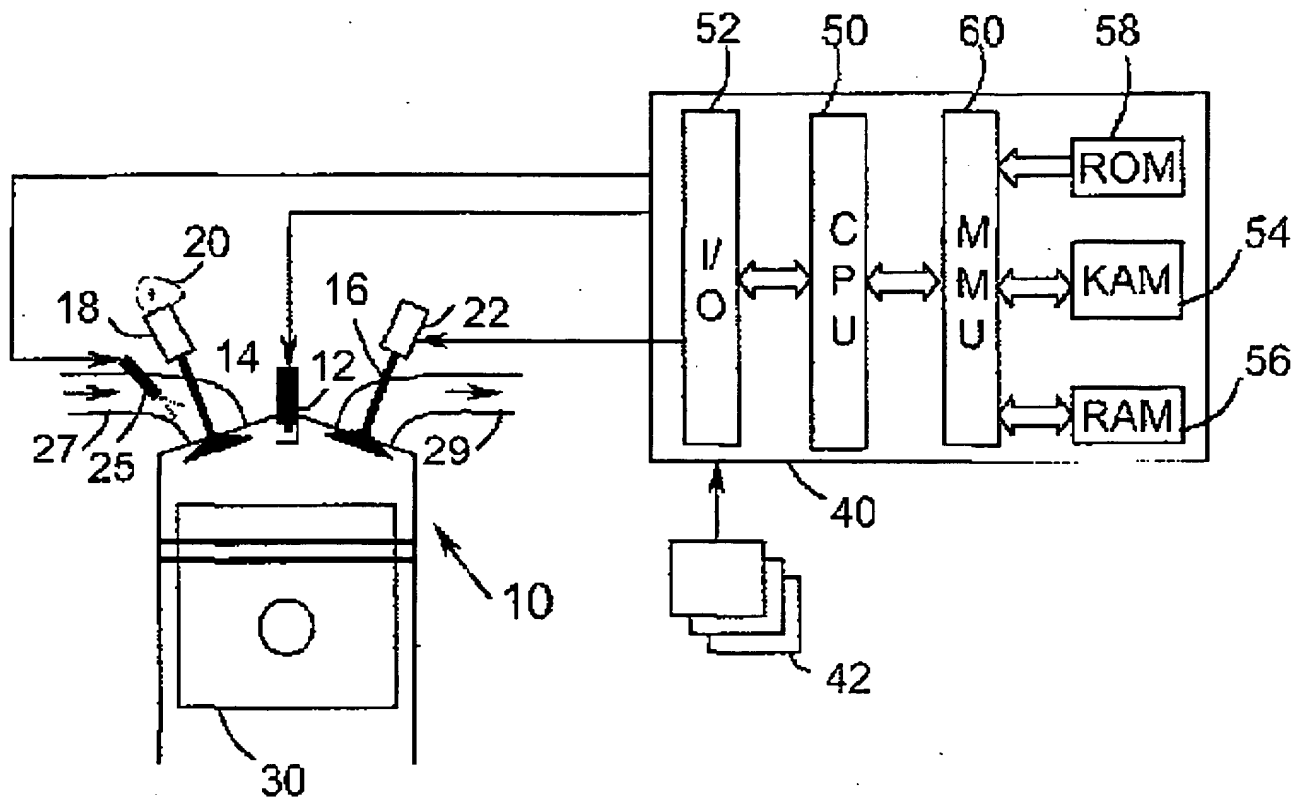


AN: PAT 2003-576639
TI: Operation of multi-cylinder internal combustion engine involves opening exhaust valve prior to ignition of air and fuel to release portion of air and fuel into exhaust aftertreatment device
PN: US2003084661-A1
PD: 08.05.2003
AB: NOVELTY - A multi-cylinder internal combustion engine is operated by compressing the air and fuel during the compression stroke of the engine cylinder, and opening the exhaust valve prior to ignition of the air and fuel and during the compression step. The exhaust valve (16) opening releases a portion of the air and fuel into the exhaust aftertreatment device (30) to raise its temperature. DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for: (a) a system for providing fuel and air to an exhaust aftertreatment device comprising an exhaust valve and an engine controller; and (b) a computer readable storage medium comprising instructions to determine a retained amount of air and fuel to trap in one of the cylinders, and instructions to determine a bypass amount of air and fuel to release from the cylinder into the exhaust after treatment device.; USE - For operating a multi-cylinder internal combustion engine. ADVANTAGE - The novel method provides unburned fuel and air into the exhaust after treatment device, to improve the conversion efficiency of the exhaust aftertreatment device. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic view of valve train of a single cylinder of the above multi-cylinder engine. Exhaust valve 16
Aftertreatment device 30
PA: (FORD) FORD GLOBAL TECHNOLOGIES INC;
(FORD) FORD GLOBAL TECHNOLOGIES LLC;
IN: BREHOB D D;
FA: US2003084661-A1 08.05.2003; US6718755-B2 13.04.2004;
DE10250121-A1 22.05.2003; GB2383280-A 25.06.2003;
CO: DE; GB; US;
IC: B01D-053/94; F01N-003/00; F01N-003/10; F01N-003/18;
F01N-003/36;
MC: E10-J01; E10-J02A2; E10-J02B; E10-J02C; E10-J02D; E11-Q02;
E11-Q03; E31-D02; E31-F01A; E31-H01; E31-H02; H06-C04;
T01-J07D1; T01-S03; X22-A03G; X22-A03H; X22-A03J;
DC: E36; H06; Q51; T01; X22;
FN: 2003576639.gif
PR: US0682956 02.11.2001;
FP: 08.05.2003
UP: 16.04.2004





18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 102 50 121 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
F 01 N 3/36

21 Aktenzeichen: 102 50 121.1
22 Anmeldetag: 23. 10. 2002
43 Offenlegungstag: 22. 5. 2003

DE 102 50 121 A 1

30 Unionspriorität:
682956 02. 11. 2001 · US

71 Anmelder:
Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,
US

74 Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

72 Erfinder:
Brehob, Diana D., Dearborn, Mich., US

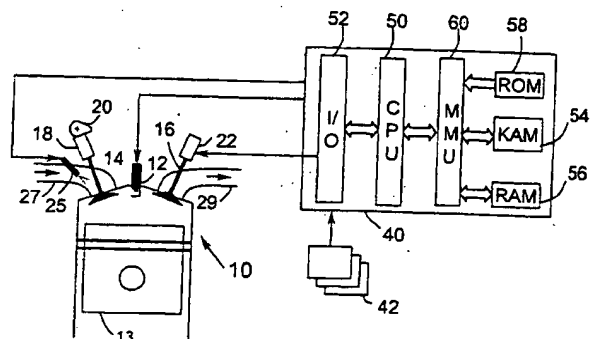
56 Entgegenhaltungen:
DE 100 02 483 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Erhöhung der Temperatur in einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung

57 Die Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors (10) mit Innenverbrennung, um in einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) eine Temperaturerhöhung zu erzeugen. Ein Auslassventil (16) im Zylinder wird während eines Kompressionshubs betätigt und setzt aus dem Zylinder unverbrannten Kraftstoff und Luft frei. In der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) oxidiert der Kraftstoff mit der Luft und bewirkt die Freisetzung von Wärme. Die Offen- und Schließzeit des Auslassventils (16) werden so bestimmt, dass die gewünschte Kraftstoff- und Luftmenge in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) strömen kann (Figur 2).



DE 102 50 121 A 1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zum Betrieb eines Innenbrennkraftmotors, um unverbrannten Kraftstoff und Luft in eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung fördern zu können und damit die Wandlungseffizienz der Abgasnachbehandlungsvorrichtung zu steigern.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Beim derzeitigen Ziel, die Abgasemissionen von Brennkraftmotoren zu verringern, besteht eine Forderung die Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung nach dem Start des Motorbetriebs so schnell wie möglich zu erreichen. Seit langem hat man erkannt, dass durch Einleiten einer gewissen Menge unverbrannten Kraftstoffs und Luft in den Abgaskanal des Motors an einer Stelle stromaufwärts der Abgasnachbehandlungsvorrichtung der Kraftstoff und die Luft darin unter Abgabe von Wärme reagieren und dadurch die Temperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung schnell steigen lassen.

[0003] Ein übliches Verfahren, der Abgasnachbehandlungsvorrichtung Kraftstoff und Luft zuzuführen, beschreibt das US-Patent 5 410 872, das dem Anmelder der vorliegenden Erfindung gehört. Das der Brennkammer des Motors zugeführte Luft/Kraftstoffgemisch ist fett, d. h. enthält einen Kraftstoffüberschuss. Folglich bleibt im Motorabgas unverbrannter oder nur teilweise verbrannter Kraftstoff. Dem Abgaskanal wird durch eine Luftpumpe Sekundärluft zugeführt. Unvollständig verbrannter Kraftstoff vermischt sich mit der Sekundärluft und strömt in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung, in der eine Wärme freisetzende Oxidation (Exothermie) stattfindet.

[0004] Ein Problem bei dem im Stand der Technik eingeschlagenen Weg ist die Bemessung des Kraftstoffs, der Primärluft und der Sekundärluft, um die gewünschte Mischung und die Strömungsraten zur Brennkammer und zur Abgasnachbehandlungsvorrichtung zu erzielen. Dabei bestehen Zwänge in der Einleitung einer stöchiometrischen Mischung (ein Luft/Kraftstoffmischungsverhältnis so, dass Kraftstoff und Sauerstoff bei vollständiger Reaktion vollständig verbraucht werden) in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung, der Einleitung einer ausreichend unverbrannten Mischung in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung, um die gewünschte Temperaturerhöhung darin zu erreichen, und in der Zufuhr einer fetten aber brennbaren Mischung zur Brennkammer. Diese Kombination von Zwängen kompliziert die Steueraufgabe.

[0005] Eine andere Schwierigkeit im Stand der Technik ist die zur Durchführung dieser Aufgabe notwendige Hardware, wie eine Luftpumpe, Luftleitungen, Schalter, Bemessungseinrichtungen und andere Komponenten, die zusätzliches Gewicht, Kosten, zusätzliche Verlotungen usw. mit sich bringen.

[0006] Die vorliegenden Erfinder haben ein Verfahren entwickelt, welches unter Vermeidung von Bemessungsproblemen und Verwendung existierender Hardware der Abgasnachbehandlungsvorrichtung unverbrannten Kraftstoff und Luft zuführen kann.

Kurzfassung der Erfindung

[0007] Die obigen Nachteile werden durch ein Verfahren zum Betrieb eines Mehrzylinder-Brennkraftmotors dadurch vermieden, dass einem Zylinder des Motors eine Luft- und Kraftstoffmenge zugeführt wird. Darin werden Luft und

Kraftstoff verdichtet. Während der Verdichtung wird ein Auslassventil des Zylinders geöffnet und lässt einen Teil der Luft und des Kraftstoffs in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung strömen. Auf diese Weise wird die Temperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung erhöht.

[0008] Das hier offenbarte System führt Luft und Kraftstoff einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung eines Mehrzylinder-Brennkraftmotors mit hin- und hergehendem Kolben zu und enthält ein mit einem Zylinder des Motors verbundenes Auslassventil, welches während eines Kompressionshubs des Motors betätigbar ist und einen mit dem Motor und dem Auslassventil gekoppelten Motorregler, der zur Betätigung des Auslassventils während des Kompressionshubs eingerichtet ist, um einen Teil des Zylinderinhalts in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung strömen zu lassen.

[0009] Ein Vorteil dieser Erfindung, die bei einem Motor mit einem während des Kompressionshubs offenbaren Auslassventil eingesetzt wird, ist, dass Kraftstoff und Luft von der Brennkammer in das Abgassystem strömen können, ohne dass, wie im Stand der Technik, eine separate Luftpumpe, zusätzliche Röhrenverbindungen und Ventile benötigt werden.

[0010] Ein Vorteil dieser Erfindung ist auch, dass die Bemessung des Luft- und Kraftstoffanteils mit vorhandener Hardware und bekannten Strategien ausgeführt wird. D. h., dass man zur Bemessung des Kraftstoffs, der Primärluft und der Sekundärluft nicht, wie im Stand der Technik, eine eigene Regelstrategie benötigt. Genauer kann in dieser Erfindung das Luft/Kraftstoffverhältnis in offener Schleife auf Grund eines Messwerts der in den Motor strömenden Luft und durch die Regelung der Kraftstoffimpulsdauer oder auch in geschlossener Schleife regeln, und zwar auf Grund eines Signals von einem Abgassauerstofffühler.

[0011] Ein weiterer Vorteil dieser Erfindung ist, dass die Luft und der Kraftstoff, die der Brennkammer zugeführt werden, in stöchiometrischem Verhältnis sein können und dadurch eine mögliche Fehlzündung eines fetten Luft/Kraftstoffgemischs in der Brennkammer vermieden werden kann, wie dies im Stand der Technik auftreten könnte.

[0012] Ein weiterer Vorteil ist, dass diese Erfindung in einem Dieselmotor oder in anderen Motoren mit niedrigen Abgastemperaturen eingesetzt werden kann, beispielsweise bei Motoren mit Kompressionszündung und homogener Ladung, um auf diese Weise eine genügend hohe Abgastemperatur in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung für deren hohe Wandlungseffizienz zu erzielen.

[0013] Die obigen und weitere Vorteile, Aufgaben und Merkmale dieser Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unmittelbar deutlich, wenn diese Beschreibung zusammen mit den beiliegenden Zeichnungen studiert wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Die hier erreichten Vorteile werden durch das Studium eines sich auf die Zeichnungen beziehenden Ausführungsbeispiels voll verständlich, in dem die Erfindung vorteilhaft eingesetzt wird und das in dem folgenden als detaillierte Beschreibung bezeichneten Teil erläutert wird ist. Die Zeichnungen zeigen im Einzelnen:

[0015] Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines Mehrzylindermotors;

[0016] Fig. 2 ein schematisches Diagramm des Ventilsatzes eines einzelnen Zylinders eines Mehrzylindermotors gemäß einem Aspekt der Erfindung; und

[0017] Fig. 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens, durch das die Erfindung vorteilhaft verwendet werden kann.

Detaillierte Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0018] In Fig. 1 ist ein Vierzylindermotor 10 gezeigt. Ein Einlasskrümmer 26 führt dem Motor 10 Luft zu, und ein Abgaskrümmer 28 empfängt verbrannte Gase vom Motor 10. Zündkerzen 12 sind in der Brennkammer des Motors 10 montiert. Diese Erfindung kann auch bei Motoren, wie Dieselmotoren und Motoren mit homogener Ladung und Kompressionszündung angewandt werden, die keine Zündvorrichtungen brauchen. Der Motor 10 kann mit einem Drosselventil 24 ausgestattet sein, welches zur Steuerung/Regelung der dem Motor 10 zugeführten Luft verwendet wird. In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist im Einlassweg des Motors ein Luftmassenströmungsmesser 48 angebracht. Alternativ kann die Luftmassenströmungsrate durch eine Vorrichtung ermittelt werden, die den Fachleuten als Geschwindigkeits-Dichtesystem bekannt ist, die den Luftstrom auf Grund der Motordrehzahl und des Drucks im Einlasskrümmer 26 berechnet. Der Motor 10 ist mit einem Temperaturfühler ausgestattet, der die Temperatur des Kühlmittels im Motor 10 misst und dadurch eine Anzeige der Betriebstemperatur des Motors 10 liefert. Eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 behandelt das Abgas vom Motor 10. Ein Abgassensor 44 sitzt im Abgasrohr oberhalb der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 (wie gezeigt) oder alternativ (wie nicht gezeigt) stromabwärts der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30. Der Abgassensor 44 kann ein Abgassauerstoffsensor, ein Kohlenwasserstoffsensor oder ein anderer Abgaskomponentensensor sein.

[0019] In Fig. 1 ist eine Sekundärluftpumpe 32, wie sie im Stand der Technik bekannt ist, mit dem Motor 10 gekoppelt. Die Pumpe 32 pumpt Luft aus dem Einlasskanal stromabwärts vom Luftmassenströmungsfühler 48. Alternativ wird die Luft aus der Atmosphäre gezogen (nicht gezeigt). Die Sekundärluft strömt durch den Kanal 34 von dem Einlasskanal zum Abgaskrümmer. Das Ventil 35 ist geschlossen, wenn die Pumpe 32 nicht betätigt wird. Damit die Pumpe 32 von einer möglicherweise durch ihren Kontakt mit den Abgasen bewirkten Beschädigung bewahrt wird, wird ein Ventil 35 geschlossen, wenn die Pumpe 32 nicht betrieben wird. Diese Erfindung enthält die Elemente 32, 34 und 35 aber nicht. Stattdessen stellen diese Hardwareteile dar, die bei früheren Verfahren verwendet wurden.

[0020] Nun wird auf Fig. 2 Bezug genommen, die einen einzelnen Zylinder des Motors 10 zeigt. Der Motor 10 empfängt Luft von einer Einlassmündung 27 durch ein Einlassventil 14. Die Einlassmündung 27 ist mit dem (in Fig. 2 nicht gezeigten) Einlasskrümmer 26 gekoppelt. Das Einlassventil 14 wird durch eine Nockenwelle 20 über einen Ventilstößel 18 betätigt. Kraftstoff wird dem Motor 10 durch einen in der Einlassmündung 27 angebrachten Kraftstoffinjektor 25 zugeführt. Alternative Kraftstoffbemessungsvorrichtungen, die statt Kraftstoffinjektoren 25 in der Einlassmündung verwendet werden können, sind Vergaser oder dezentrale Kraftstoffeinspritzung. Außerdem kann der Kraftstoff flüssig oder gasförmig sein. Die dem Zylinder zugeführte Luft/Kraftstoffmischung wird in einem kerzengezündeten Motor von einer Zündkerze 12 gezündet. Alternativ kann die Luft und Luft/Kraftstoffmischung spontan in einem kompressionsgezündeten Motor gezündet werden. Die Verbrennungsprodukte verlassen die Brennkammer über eine Abgasmündung 29 durch ein Auslassventil 16. Die Abgasmündung 29 ist mit einem (in Fig. 2 nicht gezeigten) Abgaskrümmer 28 gekoppelt. Das Auslassventil 16 wird von einem Element 22 elektromagnetisch betätigt. Die Erfindung lässt sich bei jeder Ventilkonfiguration des Einlassventils 14 anwenden, das, ohne darauf beschränkt zu sein, ein Rotationsventil, ein

von mehreren Nockenwellen betätigtes Ventil (Nockenschaltventil), ein elektromagnetisch betätigtes Ventil und ein elektrohydraulisch betätigtes Ventil sein kann. Hinsichtlich des Auslassventils 16 kann diese Erfindung mit Ventilen ausgeführt werden, die in jedem Verbrennungszyklus zwei mal oder mehrmals betätigt werden können und die, ohne darauf beschränkt zu sein, elektromagnetisch betätigte Ventile, elektrohydraulisch betätigte Ventile und von mehreren Nockenwellen betätigte Ventile einschließen. In der zuletzt genannten Situation kann ein Nocken mit mehreren Keulen während einer Zeitdauer gewählt werden, in der beim Warmlauf des Motors eine doppelte Pulsansteuerung des Auslassventils 16 gewünscht ist, und sonst kann ein Nocken mit einer einzelnen Keule gewählt werden.

[0021] Diese Erfindung kann bei funkengezündeten oder kompressionsgezündeten Motoren verwendet werden, bei denen Luft und Kraftstoff im wesentlichen vor ihrer Einleitung in den Zylinder vermischt werden, wie z. B. bei Motoren mit Mündungseinspritzung, zentraler Einspritzung und Vergasermotoren, die flüssigen oder gasförmigen Kraftstoff verbrauchen. Diese Erfindung kann auch bei Motoren praktiziert werden, bei denen der Kraftstoff direkt in den Zylinder eingespritzt wird, wie z. B. bei Dieselmotoren oder Benzinmotoren mit Direkteinspritzung. Wenn die apparative Ausrüstung für die Kraftstoffeinspritzung in diesen Direkteinspritzmotoren das Einspritzen mehrerer Kraftstoffpulse während jedes Motorzyklus gestattet, kann, so wie im Stand der Technik bekannt, während des Expansionshubs des Motors Kraftstoff in den Zylinder gespritzt werden, um auf diese Weise der Abgasnachbehandlungsvorrichtung unverbrannten Kraftstoff zuzuführen. Allerdings kann diese Erfindung bevorzugt über einen Injektionsvorgang während des Auslasshubs hinaus eingesetzt werden. Beispielsweise können einige Kraftstoffdirekteinspritzsysteme während des Motorzyklus nicht mehrfach einspritzen und lassen deshalb einen Einspritzpuls während des Expansionshubs zu. Selbst wenn ein Einspritzvorgang während des Expansionshubs durch die Kraftstoffeinspritzhardware möglich wäre, stellen sich im Stand der Technik Schwierigkeiten ein, die in einer Nassung der Zylinderwände mit Kraftstoff bestehen, der die Ölschicht innerhalb des Zylinders abwäscht und durch die Lösungsmittleigenschaft des Kraftstoffs die Schmierfähigkeit des Öls verringert und dadurch den Verschleiß der Zylinderwände fördert. Diese Schwierigkeiten werden durch diese Erfindung vermieden, bei der Kraftstoff und Luft ohne zusätzliche Einspritzung während des Expansionshubs freigesetzt werden. Diese Erfindung kann durch die Freisetzung von Kraftstoff und Luft während des Kompressionshubs einen zusätzlichen Vorteil bringen, da während des Kompressionshubs die Verteilung des Kraftstoffs im Zylinder vorteilhafter sein kann als die Verteilung, die sich bei einer Einspritzung in den Expansionshub einstellt, und dadurch kann die gewünschte Luft- und Kraftstoffmenge der Abgasnachbehandlungsvorrichtung zur Verfügung gestellt werden.

[0022] Fig. 2 zeigt einen im Zylinder des Motors 10 liegenden Kolben 13. Der Kolben 13 läuft im Zylinder des Motors 10 hin und her. Bei einem Viertaktmotor läuft der Vorgang wie folgt ab: Beim Einlasshub bewegt sich der Kolben 13 nach unten (von den Ventilen 14 und 16 weg), beim Kompressionshub bewegt sich der Kolben 13 nach oben, beim Expansions (oder Arbeits)-Hub bewegt sich der Kolben 13 nach unten und beim Auspuffhub bewegt sich der Kolben 13 nach oben. Die Verbrennung wird typischerweise am Ende des Kompressionshubs initiiert, wobei die Hauptverbrennung während des Expansionshubs stattfindet. Die Einlass- und Auslassventile (14 und 16) sind während der meisten Zeit des Kompressionshubs geschlossen. Bei dieser Erfindung öffnet das Auslassventil 16 während eines Teils

des Kompressionshubs und entläßt einen Teil der Gase (unverbrannten Kraftstoff und Luft) aus der Brennkammer. Der Kompressionsvorgang wird während der Zeit, in der sich das Auslassventil 16 öffnet, unterbrochen und wieder aufgenommen, wenn das Auslassventil geschlossen ist.

[0023] Bezogen auf die Fig. 1 und 2 ist eine elektronische Regeleinheit (ECU) 40 zur Regelung eines nockenlosen Hybridmotors vorgesehen. Die ECU 40 hat einen Mikroprozessor 50, der Zentralproessoreinheit (CPU) heißt, in Verbindung mit einer Speicherverwaltungseinheit (MMU) 60. Die MMU 60 steuert den Datenfluss zwischen verschiedenen computerlesbaren Speichermedien und stellt eine Datenverbindung zur und von der CPU 50 her. Die computerlesbaren Speichermedien enthalten bevorzugt flüchtige und nichtflüchtige Speicher, z. B. einen Nur-Lese-Speicher (ROM) 58, einen Speicher (RAM) 56 mit wahlfreiem Zugriff und einen Haltespeicher (KAM) 54. Der KAM 54 kann zur Speicherung von verschiedenen Betriebsvariablen dienen, während die CPU 50 abgeschaltet ist. Die computerlesbaren Speichermedien können mit jeder Art einer Vielzahl bekannter Speichervorrichtungen realisiert werden, z. B. mit PROMs (programmierbare Nur-Lese-Speicher), EPROMs (elektrische PROMs), EEPROMs (elektrisch löschbare PROMs), Flashspeicher oder mit jeder anderen elektrischen, magnetischen oder optischen Speichervorrichtung oder mit einer Kombination derselben, die Daten speichern können, von denen einige ausführbare Befehle repräsentieren, die von der CPU 50 zur Regelung des Motors oder des mit dem Motor versehenen Fahrzeugs verwendet werden. Die computerlesbaren Speichermedien können auch Floppy-Disks, CD-ROMs, Festplatten und dergleichen enthalten. Die CPU 50 kommuniziert mit verschiedenen Sensoren und Stellgliedern über eine Eingabe/Ausgabe(I/O)-Schnittstelle 52. Beispiele von Größen, die gesteuert oder geregelt von der CPU 50 über die I/O-Schnittstelle 70 eingestellt werden, sind die Kraftstoffeinspritzzeit, die Kraftstoffeinspritzrate, die Kraftstoffeinspritzdauer, die Position des Drosselventils 24, die Zündzeit der Zündkerze 12, die Betätigung des Ventilieds 72 und andere Größen. Sensoren 42 geben über die I/O-Schnittstelle Eingangssignale ein, die die Motordrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Kühlmitteltemperatur, den Krümmerdruck, die Gaspedalstellung, die Stellung des Drosselventils 24, die Lufttemperatur, die Abgastemperatur und die Luftmassenströmungsrate 48 angeben können. Einige Architekturen von ECUs 40 enthalten eine MMU 60. Falls eine derartige MMU 60 nicht vorhanden ist, verwaltet die CPU 50 die Daten und verbindet direkt zum ROM 58, RAM 56 und KAM 54. Selbstverständlich kann diese Erfindung zur Ausführung der Motorregelung mehr als eine CPU 50 einsetzen und die ECU kann abhängig von der jeweiligen Anwendung mehrere ROMs 58, RAMs 56 und KAMs in Verbindung mit der MMU 60 oder CPU 60 enthalten.

[0024] Diese Erfindung kann zur schnellen Temperaturerhöhung in einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 nach dem Start des Motorbetriebs verwendet werden. Sie kann auch in Fällen verwendet werden, in denen die Abgastemperaturen häufig zu niedrig sind, um die Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 beizubehalten. Ein derartiges Beispiel ist ein Dieselmotor, bei dem aufgrund sehr magerer Luft/Kraftstoffmischungen und seinem hohen thermischen Wirkungsgrad die Abgastemperaturen bei vielen Betriebszuständen nicht hoch genug sind, um den Katalysator warm zu halten. Bei solchen Betriebszuständen mit niedrigen Abgastemperaturen kann diese Erfindung vorteilhaft verwendet werden, um in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 Wärme freizusetzen. Bei einem Dieselmotor sind die Inhalte im Zylinder nur Luft und von vorangehenden Ereignissen verbrannte Gase bis zur Kraftstoffeins-

spritzung, die typischerweise während des Kompressionshubs stattfindet. Diese Erfindung betrifft den Ausstoß sowohl von Kraftstoff als auch von Luft aus dem Zylinder, um die gewünschte exotherme Reaktion in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung zu erreichen. Damit von einem Dieselmotor Luft und Kraftstoff ausgestoßen wird, kann das Auslassventil 16 nach dem Start der Kraftstoffeinspritzung öffnen. Falls die Hardware für die Kraftstoffeinspritzung mehrere Einspritzereignisse gestattet, kann eine Kraftstoffmenge vor dem primären Einspritzereignis eingespritzt werden, was von den Fachleuten als Pilot einspritzung bezeichnet wird. Ausgestoßener Kraftstoff und Luft können in einem Dieselmotor, wie dies oben in Bezug auf einen zündkerzengezündeten Motor beschrieben worden ist, eine exotherme Reaktion erzeugen.

[0025] Diese Erfindung kann auch bei Abgasnachbehandlungsvorrichtungen eingesetzt werden, die einen höheren Umsetzungswirkungsgrad bei Anwesenheit eines Reduktionsmittels erzielen. In diesem Fall kann der vom Motor ausgestoßene und der Abgasnachbehandlungsvorrichtung gemäß einem Aspekt der Erfindung zugeführte Kraftstoff als Reduktionsmittel bei Abgasnachbehandlungsvorrichtungen, z. B. einem Mager-NOx-Katalysator verwendet werden.

[0026] Fig. 3 zeigt eine Startsequenz, bei der sich diese Erfindung vorteilhaft verwenden lässt. Der Motor startet im Schritt 70. Bei der ersten Verbrennung jedes Zylinders werden im Schritt 72 normale Ventileinstellungen verwendet. Im Schritt 74 wird eine Temperaturdifferenz ΔT berechnet, die die Differenz zwischen der Motortemperatur T_{eng} und einer Schwellentemperatur T_{thresh} ist. T_{thresh} gibt an, dass die Temperatur in der Abgasnachbehandlung hoch genug ist, so dass keine exotherme Wärme freigesetzt werden muss. Ein Beispiel eines solchen Ereignisses ist der Neustart des Motors, bevor er sich von einem vorangehenden Motorbetrieb abgekühlt hat. T_{eng} kann eine Kühlmitteltemperatur des Motors, eine Motormetalltemperatur, eine Abgastemperatur, eine Abgasnachbehandlungstemperatur, eine Kombination der obigen Temperaturen oder ein Temperaturmodell in der ECU 40 sein, das auf irgendeiner oder mehreren der oben genannten Temperaturen beruhen kann. Im Block 76 geht, falls ΔT größer als 0 ist, der Regelprozess zu Schritt 88, wobei normale Ventilzeiten verwendet werden. Dann geht der Regelprozess zu Schritt 90, in dem die Startsequenz endet. Falls im Schritt 76 ΔT kleiner als 0 ist, geht der Regelprozess zu Schritt 78, in dem Kraftstoff und Luft den Zylindern zugeführt werden. Die den Zylindern zuzuführende Kraftstoffmenge m_f hat zwei Komponenten: $m_{f,p}$ ist die zum Erreichen des gewünschten Drehmoments notwendige Kraftstoffmenge und Δm_a ist die Kraftstoffmenge, die in das Abgassystem zur Erzeugung der exothermen Reaktion in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 freigesetzt wird. Die der Brennkammer zuzuführende Luftmenge m_a kann in derselben Weise berechnet werden, wie die Kraftstoffmenge. Stattdessen kann auch, wie im Schritt 78 gezeigt, m_a auf Grund des gewünschten Luft/Kraftstoffverhältnisses, AF, und einer bereits berechneten Kraftstoffmenge m_f berechnet werden. Dann geht der Regelprozess zu Schritt 82, in dem die Offen- und Schließzeiten des Auslassventils 16 ermittelt werden und das Auslassventil 16 so betätigt wird, dass es die Kraftstoffmenge Δm_f und die Luftmenge Δm_a freisetzt. Dann geht der Regelprozess zu Schritt 84, in dem die Verbrennung im Zylinder initiiert wird. Die Zündzeit kann zur weiteren Unterstützung des Aufheizvorgangs der Abgasnachbehandlungsvorrichtung 30 verzögert werden. Dann geht der Regelprozess zu Schritt 86, in dem ermittelt wird, ob die Temperatur T_{EAD} der Abgasnachbehandlungsvorrichtung größer als die Zünd(lightoff)-Temperatur $T_{lightoff}$ des Katalysators ist. Falls im Schritt 86 ein positives Ergebnis

erscheint, geht der Prozess zum Schritt 88, in dem wieder normale Ventilzeiten eingestellt werden. Andernfalls geht der Regelprozess zum Schritt 78, in dem das Verfahren dieser Erfindung fortgesetzt wird, bis in Schritt 86 ein negatives Ergebnis erscheint. Gemäß der obigen Beschreibung fährt die Regelung mit Schritt 88 fort und endet im Schritt 90.

[0027] Die obige Beschreibung enthält mehrere Verfahrensweisen zur Durchführung dieser Erfindung. Die für diese Erfindung zuständigen Fachleute werden alternative Gestaltungen und Ausführungsbeispiele zur Durchführung der Erfindung erkennen. Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung, die im Rahmen der beiliegenden Ansprüche modifiziert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Mehrzylinder-Brennkraftmotors (10), **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Zylinder mit einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) über ein Auslassventil (16) verbunden ist, das während des Kompressionshubs des Zylinders betätigbar ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist: eine vorbestimmte Luft- und Kraftstoffmenge wird einem der Zylinder der Motors (10) zugeführt; die Luft und der Kraftstoff wird während des Kompressionshubs des Zylinders verdichtet und das Auslassventil (16) wird während des Kompressionshubs des Zylinders vor der Zündung des Luft- und Kraftstoffgemischs geöffnet, wobei das geöffnete Auslassventil (16) einen Teil der Luft und einen Teil des Kraftstoffs in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) freisetzt, um dessen Temperatur zu steigern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft und der Kraftstoff im wesentlichen vor ihrer Eingabe in den Zylinder gemischt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Kraftstoffmenge in eine mit dem Zylinder verbundene Einlassmündung (27) durch einen darin angeordneten Kraftstoffinjektor (25) eingespritzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es außerdem einen Schritt aufweist, durch den das Auslassventil (16) vor der Zündung eines Teils des Luft/Kraftstoffgemischs geschlossen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es weiterhin folgende Schritte aufweist: Ermitteln einer gewünschten Motordrehzahl; Ermitteln einer Restkraftstoffmenge und einer Restluftmenge, die im Zylinder verbleiben, um ein ausreichendes Motordrehmoment zur Aufrechterhaltung der gewünschten Motordrehzahl zu sichern; Ermitteln einer gewünschten Temperaturerhöhung in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) und Ermitteln einer zum Erzielen der gewünschten Temperaturerhöhung in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) aus dem Zylinder freizusetzenden Menge des Kraftstoffs und der Luft.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Kraftstoffmenge auf der Restkraftstoffmenge und der freigesetzten Kraftstoffmenge beruht.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es außerdem einen Schritt zur Ermittlung einer Öffnungs- und Schließzeit des Auslassventils (16) enthält, so dass die gewünschte freizusetzende Luft- und Kraftstoffmenge vom Zylinder in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung freigesetzt wird.

8. Verfahren zum Betrieb eines Mehrzylinder-Brennkraftmotors (30), dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zylinder mit einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung über ein Auslassventil (16) verbunden ist, das während eines Kompressionshubs des Zylinders betätigbar ist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:

eine vorbestimmte Menge eines Luft- und Kraftstoffgemischs wird einem Zylinder des Motors zugeführt; das Gemisch wird komprimiert; das Auslassventil (16) wird während des Kompressionshubs geöffnet und entlässt einen Teil des Gemischs in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30), um ihre Temperatur zu steigern; und

das Auslassventil (16) wird nach seinem Öffnen und vor der Zündung einer Restmischung im Zylinder geschlossen, wobei die Menge dieses Restgemischs gleich der vorbestimmten Gemischmenge abzüglich des aus dem Zylinder entlassenen Gemischteils ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Luft/Kraftstoffgemisch im wesentlichen das stöchiometrische Mischungsverhältnis hat.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung durch eine im Zylinder angeordnete Zündkerze (12) erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung mit verzögertem Zündzeitpunkt stattfindet, der nach einem Zündereignis kommt, welches einen im wesentlichen minimalen Kraftstoffverbrauch erzeugt.

12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündung spontan als Ergebnis des Kompressionshubs stattfindet.

13. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungs- und Schließzeit des Auslassventils (16) auf Grund der gewünschten Menge der in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) freizusetzenden Luft- und Kraftstoffmischung ermittelt wird.

14. System zur Zufuhr von Luft und Kraftstoff zu einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30), die mit einem Mehrzylinder-Brennkraftmotor (10) mit hin- und hergehendem Kolben (13) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das System aufweist:

ein mit einem Zylinder des Motors (10) gekoppeltes Auslassventil (16), das während eines Kompressionshubs des Zylinders betätigbar ist; und einen Motorregler (40), der funktionell mit dem Motor (10) und dem Auslassventil (16) gekoppelt ist, um das Auslassventil (16) während des Kompressionshubs zu betätigen und dadurch einen Teil des Inhalts des Zylinders in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) strömen zu lassen.

15. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft und der Kraftstoff, die der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) zugeführt werden, in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung reagieren und darin eine Temperaturerhöhung erzeugen.

16. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) zur Verfügung gestellte Kraftstoff darin reagiert und im wesentlichen als Reduktionsmittel wirkt und dass die Abgasnachbehandlungsvorrichtung ein Mager- NO_x -Katalysator ist.

17. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Einlassventil (14) mit dem Zylinder verbunden ist und der Motorregler (40) das Auslassventil (16) betätigt, nachdem das Einlassventil (14) geschlossen worden ist und bevor der Zylinderinhalt gezündet wird.

18. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor (10) außerdem einen im Zylinder angeordneten Kolben (13) aufweist und die Kompression stattfindet, wenn sich der Kolben (13) zum Auslassventil (16) hin bewegt, während das in dem Zylinder angeordnete Auslassventil (16) und das Einlassventil (14) geschlossen sind. 5

19. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslassventil (16) elektromagnetisch betätigt wird. 10

20. Computerlesbares Speichermedium (54, 58), das Daten speichert, die computerausführbare Befehle zur Regelung eines Mehrzylinder-Brennkraftmotors (10) darstellen, bei dem jeder Zylinder wenigstens ein Einlassventil (14), wenigstens ein Auslassventil (16) und einen darin angeordneten Kolben (13) hat und über das Auslassventil (16) mit einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass das computerlesbare Speichermedium (54, 58) aufweist: 15 20

Befehle zur Ermittlung einer Restluft- und -kraftstoffmenge, die in einem der Zylinder verbleibt; und Befehle zur Ermittlung einer Bypass-Menge von Luft und Kraftstoff, die aus dem Zylinder in die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (30) freizusetzen ist, wobei die Freisetzung während einer Aufwärtsbewegung des Kolbens (13) aufweisenden Kompressionshubs stattfindet, während dem das Einlassventil und das Auslassventil geschlossen sind. 25

21. Speichermedium nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es Befehle zur Ermittlung einer in den Zylinder einzulassenden Luft- und Kraftstoffmenge aufweist, wobei diese einzulassende Luft- und Kraftstoffmenge auf der Restluft- und -kraftstoffmenge und der Bypass-Luft- und -Kraftstoffmenge beruht. 30 35

22. Speichermedium nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass es außerdem Befehle zur Betätigung des Auslassventils (16) während des Kompressionshubs zur Freisetzung der Bypass-Luft- und -Kraftstoffmenge aus dem Zylinder aufweist. 40

23. Speichermedium nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Restluft- und -kraftstoffmenge diejenige Menge ist, die bei ihrer Verbrennung im Zylinder ein gewünschtes Motordrehmoment erzeugt, um den Motor (10) mit einer gewünschten Drehzahl zu drehen. 45

24. Speichermedium nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die gewünschte Motordrehzahl eine vorbestimmte Leerlaufdrehzahl des Motors (10) ist. 50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

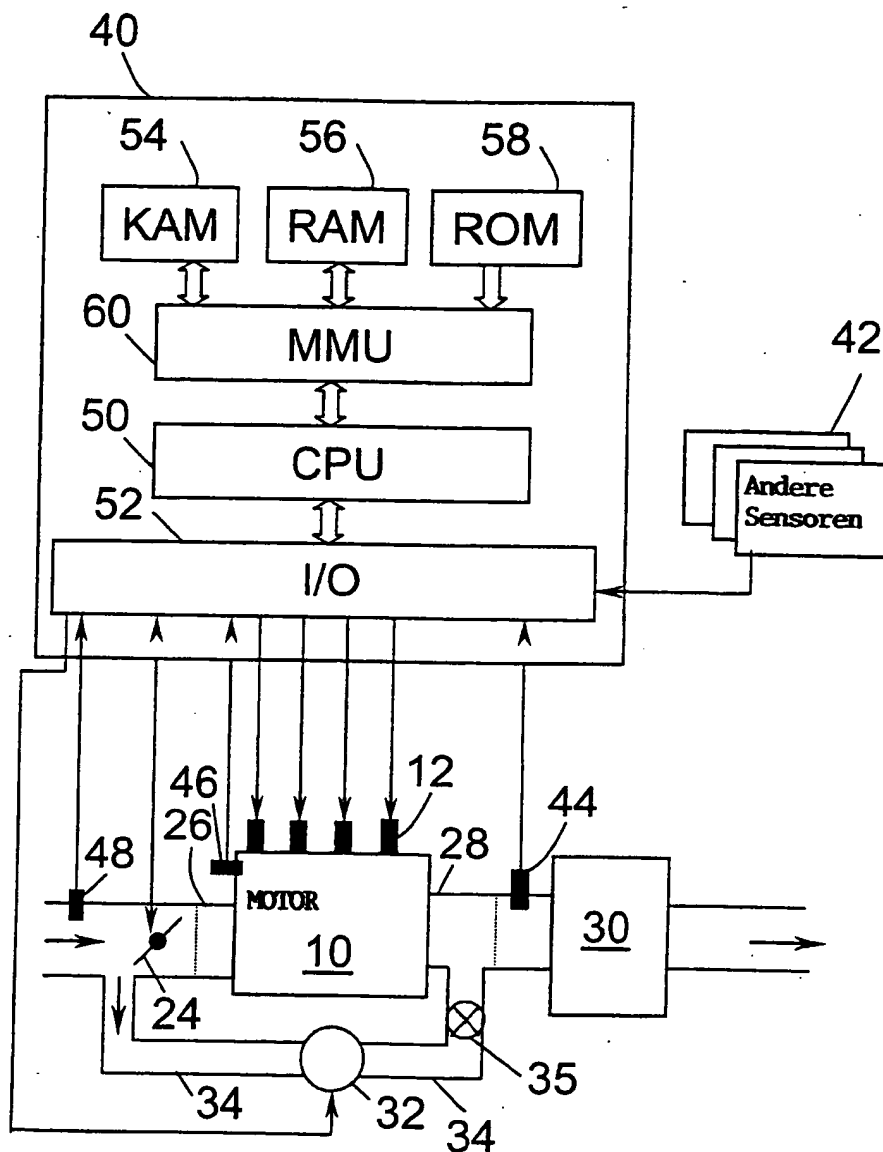


FIG. 2

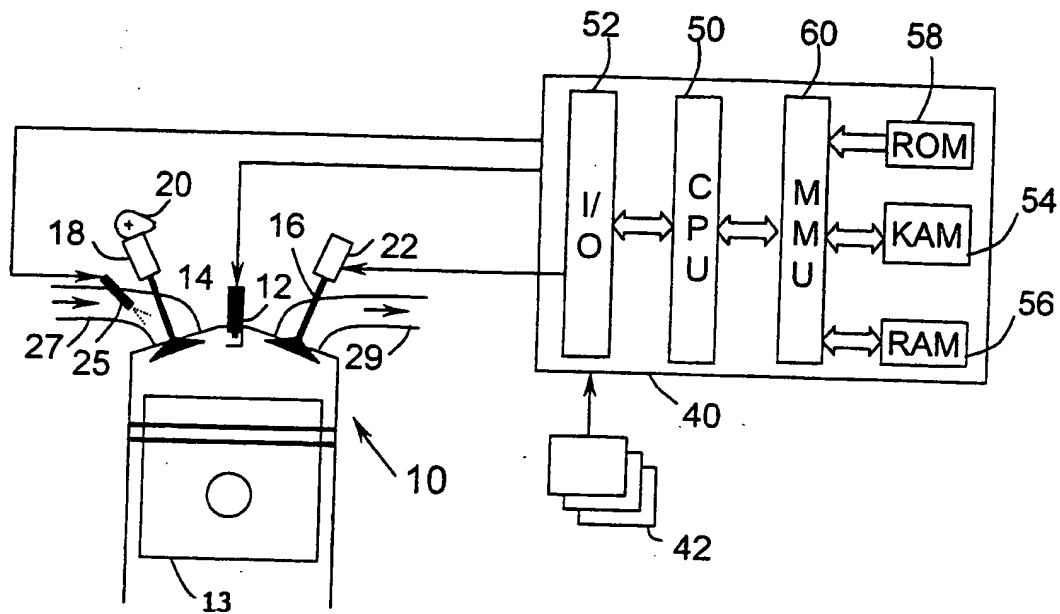


FIG. 3

